



Entwicklung von optischen Hochdruck-Hochtemperatur (HPHT)-Kontakten und -Durchführungen für den Einsatz in Unterwasser- und Bohrlochsystemen

Physikalische Faserkontakte (PC) werden in großem Umfang in landgestützten und Offshore-Kommunikationssystemen eingesetzt. Die meisten dieser Systeme verwenden Epoxidharze, um die Faser in der Ferrule zu sichern. Diese Methode hat sich im Laufe der Zeit als sehr zuverlässig und kosteneffektiv für den Einsatz von Glasfasern in traditionellen terrestrischen Umgebungen erwiesen. Da die Technologien für neue Offshore-, Unterwasser- und Bohrlochanwendungen angepasst werden, können viele dieser Technologien direkt genutzt werden. Dieses Epoxidverfahren wurde für die Aufnahme der Faser in der optischen Ferrule sowie für die Aufrechterhaltung von Druckbarrieren in vielen Unterwassersystemen angepasst. Der erweiterte Einsatz der Epoxidtechnologie wurde durch einige zusätzliche Qualifizierungs- und beschleunigte Lebensdauertests verifiziert, die spezifisch für die neuen Anwendungen sind. Da das Streben nach Zuverlässigkeit zunimmt und die Nachfrage nach Bohrlochkomplettierungen bei höheren Temperaturen und hohem Druck gewünscht wird, kommen diese extremeren Betriebsbedingungen der Leistungsfähigkeit von Epoxidharzen zu nahe oder übersteigen sie. Bestehende Epoxid-Technologien sind für die gewünschte HPHT-Anwendung möglicherweise nicht besonders geeignet und neue Entwicklungen sind erforderlich, um eine praktikable Lösung zu finden.

In diesem Vortrag werden die Erfahrungen von AMETEK bei der Entwicklung von faseroptischen Kontakten und optischen Eindringkörpern ohne die Verwendung von Epoxiden zur Sicherung der Faser in Umgebungen mit mehr als 15K PSI und 200 Grad Celsius vorgestellt. Es wird ein Überblick über die aktuellen Bedenken bezüglich der Verwendung von Epoxiden gegeben und wie diese im Entwicklungsprogramm von AMETEK überwunden wurden.

Arten von mechanischen Glasfaserabschlüssen:

- 1. Klebstoffe (Epoxid)*
- 2. Löten - Nicht im Rahmen dieses Papiers Kompression*
- 3. Glasversiegelung*

Klebstoffe/Epoxid-Methoden für die Terminierung von Fasern

Die Verwendung von Klebstoffen oder Epoxidharz für die Verbindung und Abdichtung des faseroptischen Elements mit dem Metallgehäuse ist eine sehr gute und praktikable Methode, um eine zuverlässige Abdichtung und einen mechanischen Halt der Faser bei Temperaturen von 125 °C oder darunter zu gewährleisten.

Beim Aushärten schrumpft das Epoxidharz auf die Faser und erzeugt einen mechanischen Halt, der eine leichte Kompression auf die Faser ausübt.

Bei der Terminierung einer Faser mit Epoxidharz ist es wichtig, die Sauberkeit zu kontrollieren, Luftporen zu begrenzen und die Ausdehnung des Epoxidharzes zu kontrollieren. Diese drei Faktoren sind die häufigsten Gründe für einen Faserbruch in einer Ferrule oder einem Penetrator.

Bei der Aushärtung von Epoxidharz ist es sehr prozess- und produktabhängig, die richtigen Schrumpfraten und die richtige Ausgasung sicherzustellen.



Bei der Auswahl eines Epoxidharzes für höhere Temperaturen gibt es eine wichtige Überlegung. Dies ist die Tg oder der Glasübergang des Epoxidharzes, der sich auf die mechanische Festigkeit auswirkt.

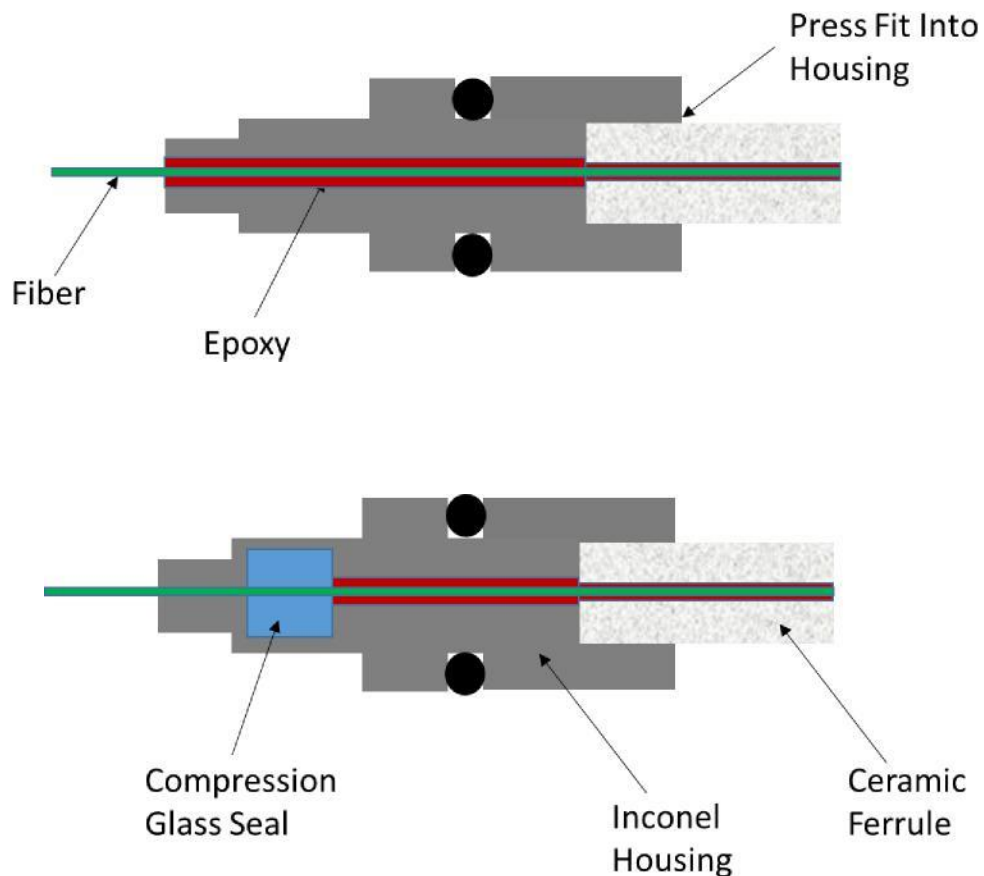
Die Tg-Temperatur ist der Punkt, an dem sich das Epoxidharz von hart und glasig in weich und gummiartig verwandelt.

Epoxidharze, die für eine höhere Festigkeit bei höheren Temperaturen ausgelegt sind, haben eine Tg von 142 Grad Celsius, während typische Epoxidharze eine Tg von 90 bis 120 Grad Celsius haben.

Die Gewährleistung der Stabilität der Faser in ihrer Verpackung, entweder in einer optischen Ferrule oder in einer Durchführungshülse, ist entscheidend für ihre langfristige optische und mechanische Leistung.

Die Tg wirkt sich auf die Fähigkeit des Epoxidharzes aus, bei Differenzdruck zu arbeiten und die Faser bei hohen Temperaturen im Laufe der Zeit an Ort und Stelle zu halten.

Die Bewegung der Faser in der optischen Ferrule oder ihrer Halterung beeinträchtigt die optische Leistung in Bezug auf Einfügedämpfung und/oder Rückreflexion aufgrund von Versatz, Abstand, Biegung oder physischem Bruch der Glasfaser (allgemein als "Kolbenbildung" bezeichnet).





Glasversiegelungsmethode

Unser Problem war, wie man die Festigkeit der Faserabschlüsse bei Temperaturen über 125 Grad Celsius erhöhen kann.

Wir waren der Meinung, dass wir mit unserer Erfahrung mit Glasversiegelungstechniken für elektrische Steckverbinder und Durchführungen über die notwendigen Elemente verfügen, um eine Glasversiegelungsmethode für einen Faserabschluss und eine Glasfaserdurchführung (FOFT) für hohe Temperaturen zu entwickeln und zu erproben.

Unsere Entwicklungen und Tests mit Glasdichtungen, die einen Glasübergang oder Tg von 520 Grad Celsius haben, bieten ausreichende Sicherheitsmargen für aktuelle HPHT-Anwendungen.

Glas als technischer Werkstoff

STÄRKE

Als technischer Werkstoff ist Glas einzigartig. Zwei der wichtigsten Eigenschaften, die es so machen, sind (1) die mechanische Festigkeit und (2) die Viskosität. Glas ist ein sprödes Material, aber eines, das wirklich elastisch ist und keine plastische Verformung bis zum Versagen aufweist. Die intrinsische Festigkeit von Glas ist extrem hoch und bestimmte Experimente haben bewiesen, dass Glas in der Größenordnung von 3.000.000 PSI belastet werden kann, bevor es versagt. Es ist jedoch schwierig, in der gegenwärtigen Praxis mehr als einen kleinen Bruchteil dieser Festigkeit zu erreichen. Messungen der Festigkeit von Glas sind keine echten Messungen der Festigkeit, sondern der Schwäche der Oberfläche. Es ist die Beschaffenheit der Oberfläche, die unsere Nutzung dieses hochfesten Materials einschränkt. Die Unregelmäßigkeiten der Oberfläche erzeugen Spannungserhöhungen und infolgedessen Schwankungen der Oberflächenspannung, und aufgrund der fehlenden Plastizität werden diese Spannungen nicht durch plastische Verformung abgebaut und erzeugen eine katastrophale Art des Versagens in Form eines Risses. Mit anderen Worten: Es ist extrem kerbempfindlich.

VISKOSITÄT

Eigentlich ist Glas bei Raumtemperatur ein zähflüssiges Material. Bei dieser Temperatur ist die Viskosität jedoch so hoch, dass es für alle praktischen Zwecke als Feststoff betrachtet wird. Die phantastische Verringerung der Viskosität zwischen 500°C und Raumtemperatur ist signifikant; der Unterschied zwischen 500°C und 1500°C ist jedoch etwa 1.000.000.000.000 mal so groß. Es muss darauf hingewiesen werden, dass Gläser keine echten Schmelzpunkte haben. Sie werden bei höheren Temperaturen einfach weniger viskos, und die Viskositätsabnahme ist ungefähr exponentiell mit der Temperatur.

THERMISCHE BESTÄNDIGKEIT

Eine weitere bemerkenswerte Eigenschaft von Glas ist seine relativ hohe thermische Beständigkeit. Die thermische Beständigkeit wird bei Druckbeanspruchung erhöht.

ELASTIZITÄT

Für alle gewöhnlichen Zwecke kann davon ausgegangen werden, dass Glas bis zur Bruchstelle vollkommen elastisch ist. Der Elastizitätsmodul von Young variiert je nach Zusammensetzung von 6.000.000 bis 17.000.000 PSI, aber die meisten handelsüblichen Gläser haben Werte zwischen 9.000.000 und 12.000.000 PSI.



HOHER DRUCKWIDERSTAND

Glas hat eine sehr hohe Kapazität, Druckspannungen zu widerstehen. Aufgrund der Tatsache, dass nur Druckspannungen im Glas induziert und aufrechterhalten werden, kann das Glaselement auf viele Arten belastet werden. Solange die auferlegte Belastung die Druckvorspannung nicht überschreitet, hält das Glas die aufgebrauchte Vorspannung ohne Spannungsumkehrung aus und erzeugt keine Zugspannungen, bei denen seine Kerbempfindlichkeit seine Nützlichkeit einschränken würde.

"Kompressionstyp" Hermetische Glasdichtungen

Gehäusematerial und Lichtleitermaterial Wärmeausdehnungsrate viel höher als die des Glas.

Nach der Verfestigung der Dichtung während des Herstellungsprozesses zieht sich das Gehäuse zusammen

rund um das Glas

Anlegen einer gewünschten Druckspannung auf die Glasperle

Die Festigkeit der Glas-Metall-Dichtung wird sowohl mechanisch als auch chemisch verstärkt.

Fazit

Die Glasversiegelung von Lichtwellenleitern ist ein praktikabler technologischer Fortschritt, um den Druck und die Temperatur von Lichtwellenleiter-Steckverbindern und Durchführungen zu erhöhen, da die Glasübergangstemperatur (Tg) höher ist. Es sind noch weitere Einsatzerfahrungen und Tests erforderlich, aber erste Ergebnisse belegen den Vorteil gegenüber bestehenden Epoxidtechnologien.

Steve Thumbek

Sales Director - Oil & Gas Products

AMETEK Subsea Interconnect "ASI"

Cell: +1.401-369-4970

Web: <http://www.ametek-ecp.com/>

Email: steve.thumbek@ametek.com